

2.2.10 INTEGRACIÓN DE CRITERIOS AMBIENTALES EN EL DISEÑO DE LOS MÓDULOS NATURPANEL ALJIBE® PARA FACHADAS VEGETADAS.

País: España.

Autor: Universidad Politécnica de Madrid.

9.1-Ruiz-España-1

INTEGRACIÓN DE CRITERIOS AMBIENTALES EN EL DISEÑO DE LOS MÓDULOS NATURPANEL ALJIBE® PARA FACHADAS VEGETADAS.

Diego Ruiz ⁽¹⁾

Máster en Medio Ambiente. Doctor en Ciencia e Ingeniería de Materiales. Licenciado en Ciencias Físicas. Especialista en aplicación de la metodología de ACV a productos y materiales de construcción a la edificación y a las energías renovables. Investigador en la Universidad Politécnica de Madrid.

Rocío Carabaño

Arquitecta y docente en la Universidad Politécnica de Madrid. Desarrolla su trabajo dentro del área de la sostenibilidad estratégica en la edificación, mediante el desarrollo del Análisis de Ciclo de Vida, tanto para los materiales de construcción como para el diseño arquitectónico.

César Bedoya

Doctor Arquitecto. Catedrático de la Universidad Politécnica de Madrid. Autor de numerosos artículos de investigación y libros. Su carrera investigadora se centra en la sostenibilidad de la arquitectura.

Dirección (1): Escuela de Técnica de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid. Calle José Gutiérrez Abascal, 2 – Madrid – 28006 – España – Tel.: (+34) 913363060 – e-mail: dondiegodesaustria@gmail.com

RESUMEN

Esta comunicación es el resultado de las actividades desarrolladas en el proyecto “SOS Natura, Soluciones Arquitectónicas Vegetales” dentro del programa INNPACTO del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España. El objetivo general del proyecto es el desarrollo, por parte de Intemper, de una nueva solución de fachada vegetada con el fin de mejorar la eficiencia energética y reducir los impactos ambientales de los edificios a lo largo de su ciclo de vida.

El proyecto propone un sistema de envolvente vegetada del edificio cuyo componente principal está formado por los módulos Naturpanel Aljibe® diseñados para contener en su interior el sustrato necesario para el desarrollo de la vegetación suspendida en la fachada del edificio.

Por parte Intemper se deseaba reforzar la imagen de sostenibilidad incorporando criterios ambientales en la selección de los materiales de dichos módulos, ya que constituyen el elemento central de la propuesta de fachada. Durante el proceso de selección de materiales se incluyó el perfil ambiental de las distintas soluciones con el objeto de asistir en la toma de decisiones. En esta comunicación se presenta el proceso de selección del material que supone el menor impacto ambiental cumpliendo en todo momento con los requisitos técnicos y de desempeño impuestos a los módulos.

Palabras claves: Análisis de ciclo de vida, ecodiseño, construcción sostenible, fachadas vegetales.

INTRODUCCIÓN

Las fachadas vegetales se han convertido en uno de los elementos más significativos en el diseño arquitectónico de nuestras ciudades, habiendo aumentado su presencia en los últimos años gracias a los beneficios que conllevan. En los numerosos trabajos de investigación se han encontrado como características más destacadas la provisión de un hábitat para la biodiversidad urbana (1), la mejora de la calidad del aire exterior (2, 3), la atenuación del ruido (que contribuye a un bienestar psicológico y a una mejora estética del paisaje urbano) (4-6), la reducción de la temperatura exterior (efecto de isla de calor) (7), e incluso, la reducción de la demanda energética de los edificios (8-11).

Además, cabe indicar que, aunque aún hay poca información basada en Análisis de Ciclo de Vida (ACV) sobre el impacto ambiental real que generan estos sistemas, ya se están empezando a publicar estudios con el objeto de valorar la sostenibilidad de la arquitectura vegetal (12, 13).

El trabajo presentado se incluye dentro del proyecto de investigación “SOS Natura, Soluciones Arquitectónicas Vegetales”, perteneciente al programa INNPACTO del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España y cuyo objetivo general ha sido el desarrollo de soluciones arquitectónicas para fachadas integrando elementos vegetales para la mejora de la envolvente térmica y su eficiencia energética, así como el estudio de ACV de todos sus componentes. El proyecto, liderado por la empresa española Intemper, y desarrollado en su mayor parte por la Universidad Politécnica de Madrid, ha contado también con la participación de AmetsLab, Cidemco y Tecnalia.

La Fachada Natural Aljibe (Figura 1) es uno de los sistemas de envolvente vegetada ecodiseñados en el proyecto SOS Natura. Dicha solución consiste en una fachada vegetal compuesta por módulos desmontables ensamblados (Figura 2) que cuentan, cada uno de ellos, con un aljibe para el almacenamiento y suministro de agua y nutrientes. Por esta razón, estos módulos reciben el nombre comercial de Naturpanel Aljibe®. Los módulos, que tienen unas medidas aproximadas de 60 cm X 45 cm X 15 cm, se pueden instalar como la capa externa de una fachada de múltiples capas, siendo la parte visible y más innovadora del sistema de envolvente. Los módulos van montados en la fachada mediante una perfiles metálicos y están diseñados de tal manera que pueden instalarse independientemente de los demás elementos que la componen, siempre que quede garantizada su fijación. El sistema de riego funciona de manera que el agua es suministrada al primer panel de cada una de las columnas de la fachada vegetal, de manera que pase de uno a otro en lugar de necesitar un riego individualizado para cada uno de los módulos. Esta es la principal diferencia con módulos vegetales existentes en el mercado.

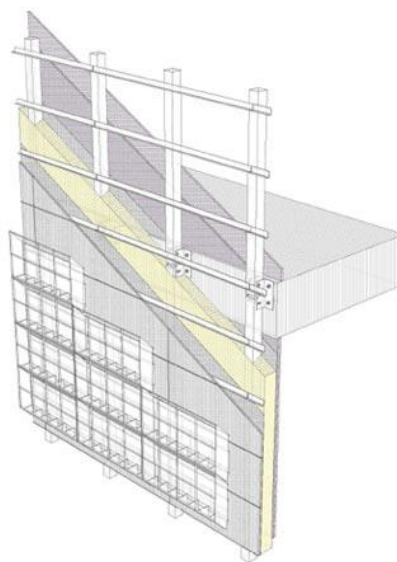
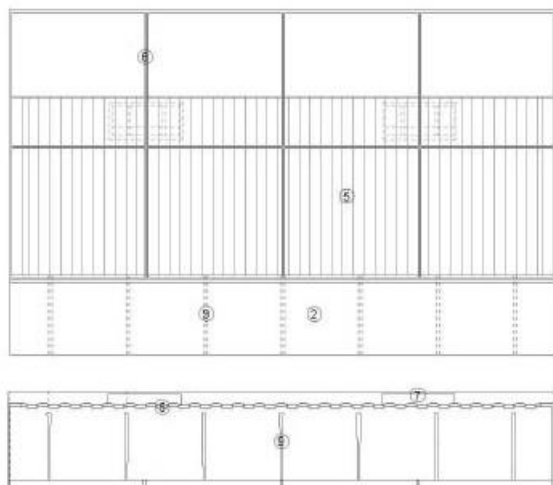


Figura 1: Fachada Natural Aljibe. Edificio Espatec I. Universidad Jaime I, Castellón, España.



Alzado y planta del módulo



Vista en 3D del módulo

Figura 2: Módulo Naturpanel Aljibe®. Alzado, planta y vista en 3D.

Al inicio del proyecto, Intemper ya había tomado la decisión de fabricar el módulo con material plástico mediante moldeo por inyección, por ello ha sido ultimar la elección del material y pequeñas modificaciones de la matriz de inyección. El objetivo planteado, por tanto, era la selección del material plástico con que se realizarían los módulos. Además, Intemper deseaba reforzar la imagen de sostenibilidad de sus fachadas vegetadas, por lo que deseaba incorporar criterios ambientales en la selección de los materiales, ya que los módulos constituyen el elemento principal de la propuesta de fachada. El perfil ambiental de éstos se ha incluido dentro de la etapa de diseño para ampliar la información acerca del producto con el objeto de asistir en la toma de decisiones.

Por tanto, el objetivo del trabajo, y que exponemos a continuación, consiste en la elección del material polimérico que suponga el menor impacto ambiental, siempre que cumpla con los requisitos técnicos y de desempeño impuestos a los módulos Naturpanel Aljibe®.

METODOLOGÍA EMPLEADA

Con el objetivo de conocer el impacto ambiental asociado a los módulos fabricados con diferentes materiales poliméricos, se ha optado por la metodología del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) (14). El ACV es una metodología para evaluar los aspectos medioambientales y los impactos potenciales asociados a un producto o servicio, mediante la recopilación de un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema bajo estudio, la evaluación de los impactos medioambientales potenciales asociados con esas entradas y salidas y la interpretación de los resultados de las dos fases anteriores.

Antes de comenzar con el estudio de evaluación ambiental, se recopiló información técnica de interés y de desempeño en servicio de los diferentes materiales poliméricos propuestos, así como el estudio de su adecuación técnica a las especificaciones impuestas por Intemper. Igualmente se ha recopilado información de las variables del proceso de moldeo por inyección para cada una de las propuestas.

El alcance del ACV realizado en el presente trabajo es de la cuna a la puerta de las instalaciones donde se fabrican los módulos. Los límites del sistema objeto de este estudio incluyen las siguientes etapas: suministro de la materia prima (granza de plástico), transporte de la granza hasta lugar de fabricación del molde y fabricación del molde (Figura 3).

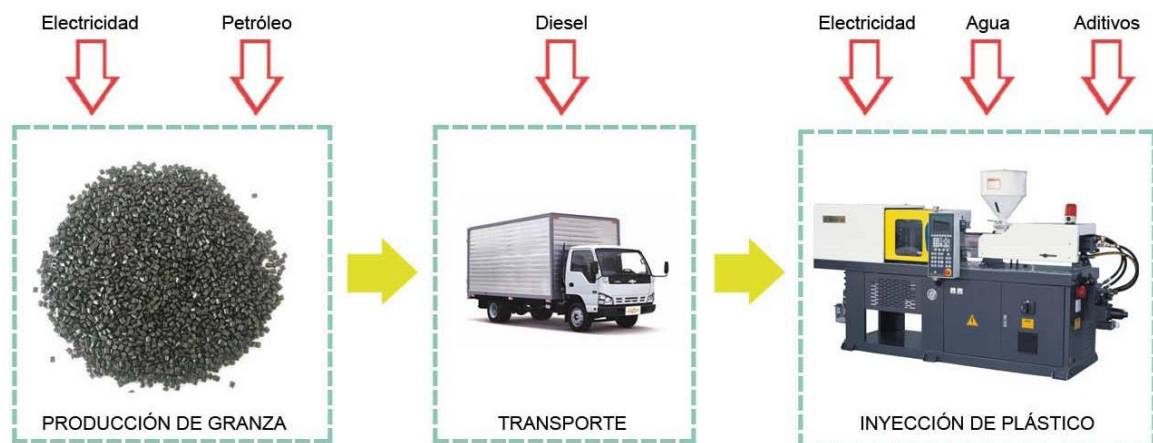


Figura 3: Diagrama de proceso para la fabricación del módulo Naturpanel Aljibe®.

En el ACV se ha tenido en cuenta la diferencia de densidades de los materiales propuestos, ya que este parámetro afecta a la cantidad de material empleado para un mismo volumen de molde de inyección. De hecho, el volumen del molde usado para la inyección del módulo constituye en sí la unidad funcional del ACV llevado a cabo junto al cumplimiento de las especificaciones técnicas impuestas a los módulos. También se realizaron pruebas de inyección para confirmar la idoneidad técnica y de desempeño de los módulos obtenidos.

El inventario de las cargas ambientales asociadas a los materiales y procesos incluidos en el ACV se ha completado utilizando bases de datos comerciales y públicas, concretamente la European Life Cycle Database (ELCD database v2) (15) y la desarrollada por PE International (16). El inventario de ciclo de vida y la evaluación de impactos de ciclo de vida se ha llevado a cabo mediante el software GaBi 6 (17). A la hora de considerar los impactos ambientales generados en la producción de la electricidad consumida en el sistema bajo estudio, se ha tenido en cuenta el aporte de las distintas tecnologías del mix eléctrico español en 2013.

La metodología de evaluación empleada ha sido CML 2001 (18) como representante más destacada de las metodologías de punto medio. La elección de esta metodología obedece a que es aquella empleada para la determinación de impactos en la normativa de sostenibilidad en la construcción, tanto a nivel de producto de construcción, EN 15804:2012 (19), como en la evaluación de impactos ambientales a nivel de edificio, EN 15978:2012 (20).

Las categorías de impacto analizadas según la metodología CML 2001 son:

- Potencial de agotamiento de recursos abióticos (AA).
- Potencial de acidificación de recursos hídricos y del suelo (A).
- Potencial de eutrofización (Eu).
- Potencial de calentamiento global (CG).
- Potencial de agotamiento del ozono estratosférico (AO).
- Potencial de formación de ozono fotoquímico (OF).
- Toxicidad humana (TH).
- Ecotoxicidad de agua dulce (EAD).
- Ecotoxicidad acuática marina (EAM).

También se ha realizado la normalización de las categorías de impacto evaluadas. La normalización empleada para las categorías de impacto del CML 2001 es la relativa al área geográfica de la Europa de los 25.

RESULTADOS

En el proceso de selección de los materiales para la fabricación del módulo Naturpanel Aljibe®, se ha prestado especial atención a los materiales poliméricos que permitan la fabricación de componentes por moldeo por inyección, debido a que, como ya se ha comentado, Intemper había tomado previamente la decisión de fabricar el módulo mediante esta técnica de procesamiento de materiales plásticos; de hecho, Intemper disponía del molde de acero con el que se realizaría los módulos.

También desde el inicio del proyecto, el material con el que estaba previsto fabricar el módulo era el polietileno de alta densidad (PEAD), aunque desde Intemper se mostraban abiertos a alternativas a este material que pudiesen mejorar el perfil ambiental del módulo, cumpliendo en todo momento con los requisitos técnicos impuestos, a saber:

- Capacidad de sostener 30 kg de peso con las dimensiones proyectadas;
- Durabilidad;
- Resistencia;
- Buen comportamiento frente a agentes externos.

Para esta aplicación y como resultado de una revisión bibliografía previa (21-24), se consideraron como posibles alternativas al PEAD el polipropileno (PP), el poliestireno de alto impacto (HIPS) y el acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS). Esta decisión está fundamentada en la amplia presencia de estos materiales en la industria del plástico, su buen comportamiento durante la fase de procesamiento (moldeo por inyección) y sus propiedades óptimas para la aplicación en cuestión.

El polipropileno (PP) es un termoplástico obtenido a partir de la polimerización del monómero de propileno. Es un plástico muy duro y resistente, es opaco y con gran resistencia al calor pues se ablanda a una temperatura superior a los 150 °C. Es más rígido que la mayoría de los termoplásticos, presenta una excelente compatibilidad con el medio y es un material fácil de reciclar. El PP se emplea en la fabricación de sacos, bolsas, envolturas y embalajes, utensilios domésticos, juguetes, tubos de conducción de líquidos, embotellado, fibras y piezas para el automóvil.

El poliestireno de alto impacto (HIPS) es un material compuesto cuya base es el poliestireno al que se le añade durante la polimerización una cantidad no superior al 15% de polibutadieno. La presencia de este último mejora las propiedades al impacto del material de partida. Es un termoplástico blanco resistente al desgaste y con una elevada resistencia al impacto. Presenta buenas propiedades mecánicas, es de fácil obtención (partiendo únicamente del monómero de estireno y del polibutadieno), tiene un bajo coste de producción y es un material con buen potencial de reciclaje. Estas características hacen que el HIPS compita en muchas aplicaciones con el polipropileno. El HIPS se emplea en la fabricación de componentes para automóviles, juguetes, maquinillas de afeitar desechables, teclados y periféricos para ordenadores, artículos para el hogar, teléfonos y envases de productos lácteos.

El ABS es un termoplástico producido a partir de tres (acrilonitrilo, butadieno y estireno). El acrilonitrilo proporciona rigidez, resistencia a ataques químicos, estabilidad a alta temperatura y dureza. El butadieno proporciona tenacidad mientras que el estireno aporta resistencia mecánica y rigidez. El ABS se emplea en la fabricación de componentes para automóviles (parachoques, tableros, etc.) debido a su reducido peso, en la fabricación de electrodomésticos (frigoríficos, televisiones, herramienta electromecánica, etc.) y de juguetes y carcasas para teléfonos móviles y ordenadores.

En la Tabla 1 se resumen las propiedades de los materiales que se han considerado para los objetivos de este trabajo. A su vez, en la Tabla 2 se presentan las principales características a considerar durante el proceso de moldeo por inyección de los materiales objeto de análisis.

Material	Densidad (g/cm ³)	Módulo de Young (GPa)	Resistencia tracción (Mpa)	Impacto Izod (J/cm)	Dureza (Shore D)	Expansión térmica (µm/m-°C)	Calor específico (cal/g-°C)
ABS	1,065	2,3	43,2	2,23	-	79	-
HIPS	1,056	1,9	30-42	1,2	-	70	0,31*
PEAD	0,964	0,94	26,3	0,788	64,5	140	0,53
PP	0,913	1,75	32,2	0,765	69,8	114	0,45

(*) Valor relativo al poliestireno puro

Tabla 1: Propiedades de los materiales seleccionados para el estudio.

Material	Temperatura de procesado (°C)	Temperatura del husillo (°C)	Temperatura del molde (°C)	Temperatura de secado (°C)	Presión de inyección (MPa)
PEAD	210	235	30	54	63
PP	210	212	40	81	60
ABS	210	225	60	82	55

Tabla 2: Variables del proceso de inyección de los materiales plásticos analizados.

Con el objeto de asistir en la toma de decisiones, se realizaron pruebas de inyección para confirmar la idoneidad técnica y de desempeño expresadas en las Tablas 1 y 2.

Las pruebas de inyección con los distintos materiales revelaron que, tanto el módulo de PEAD como el de PP, presentaban importantes deficiencias en su aspecto físico. El principal problema consistió en la presencia de deformaciones que no solo afeaban el módulo, sino que ponían en compromiso el sistema de colgado de éste en los perfiles metálicos que lo sujetan al resto de la solución de fachada, ya que podría ser centro de generación y propagación de fisuras.

El uso del ABS para esta aplicación se justifica al poseer propiedades mecánicas superiores al de los otros materiales considerados para el diseño del módulo. De hecho, las pruebas de inyección realizadas mostraron un aspecto de mayor calidad y robustez, desapareciendo las deformaciones iniciales. Resultados similares se encontraron en las pruebas de inyección con HIPS por las mismas razones.

Por último, también se incluyó otra posible alternativa para solventar los problemas de deformación de las pruebas de inyección de PEAD y PP consistente en introducir algún aditivo que mejorase las propiedades mecánicas. De sobra es conocido en la industria del plástico, que la incorporación de sustancias minerales como el talco y el carbonato cálcico, o la inclusión de fibras, aumenta significativamente las propiedades mecánicas y térmicas de muchos polímeros base, como el HDPE y PP (25). Esta mejora de propiedades confería a estos materiales un importante potencial para solventar los problemas de deformación surgidos en las pruebas de inyección.

Se optó por la adición de talco al PP por ser una composición de amplio uso en la industria del plástico y por no comprometer el potencial de reciclaje de este polímero al tratarse de un material reconocido en los centros de tratamiento de residuos plásticos. En concreto para una composición del 10% en talco en PP supone un (25-27):

- Incremento del módulo de Young (rigidez) entre 1,7 y 1,9 veces el valor del PP puro;
- Incremento del módulo de flexión de 2 veces el valor del PP puro;
- Incremento de la temperatura de deflexión al calor desde 97 °C hasta 115 °C;
- Incremento al módulo de fluencia plástica (5 años) de 280N/mm² a 440N/mm²;
- Reducción del 50% al alargamiento bajo la acción de una fuerza continuada en el tiempo.

Las pruebas de inyección realizadas con PP+10%talco mostraron un aspecto y resistencia mecánica superior propias de los módulos fabricados con HIPS y ABS.

Como ya se ha expuesto con anterioridad, con la finalidad de asistir en la toma de decisiones, se ha realizado un ACV de las distintas opciones. El alcance del ACV realizado es de la cuna a la puerta donde se fabrican los módulos.

En el ACV se ha tenido en cuenta la diferencia de densidades de los materiales propuestos (ver Tabla 1) ya que este parámetro afecta a la cantidad de material empleado para un mismo volumen de molde de inyección. El volumen del molde usado para la inyección del módulo constituye en sí la unidad funcional del ACV llevado a cabo. La materialización de esta unidad funcional es el propio módulo siempre y cuando cumpla con los requisitos de desempeño impuestos anteriormente. De este hecho y junto a los valores de densidad mostrados en la Tabla 1 se concluye que la cantidad de material necesario para la fabricación del módulo es de 0,964 kg, 0,913 kg, 1,056 kg, 1,065 kg para el HDPE, PP, HIPS y ABS respectivamente mientras que para el de PP+Talco es de 0,989 kg.

En la Tabla 3 se muestran los resultados de la evaluación de impactos de ciclo de vida (según metodología de punto medio CML 2001) para los módulos realizados con ABS, HIPS, PEAD, PP y PP+Talco. En la Figura 4 se muestran dichos impactos referenciados, en porcentaje, a los impactos del módulo de ABS (al que se toma como referencia atribuyéndole un 100% en todos los impactos).

Categoría	Indicador (kg)	Materiales				
		ABS	HIPS	PEAD	PP	PP+Talco
AA	Sb-eq.	4,58E-02	4,13E-02	3,17E-02	2,95E-02	2,64E-02
A	SO2-eq.	1,61E-02	1,57E-02	8,99E-03	8,28E-03	8,23E-03
Eu	Fosfa.-eq.	1,81E-03	1,27E-03	7,63E-04	8,43E-04	8,18E-04
CG	CO2-eq.	4,92E+00	4,48E+00	2,55E+00	2,46E+00	2,34E+00
AO	R11-eq.	2,13E-09	1,33E-09	5,51E-10	4,91E-10	2,82E-09
TH	DCB-eq.	3,33E-01	3,54E-01	1,15E-01	9,73E-02	9,81E-02
EAD	DCB-eq.	9,71E-02	9,04E-02	2,57E-02	2,18E-02	1,97E-02
EAM	DCB-eq.	2,55E+02	2,04E+02	1,28E+02	1,07E+02	1,06E+02
ET	DCB-eq.	5,17E-03	8,28E-03	6,81E-04	6,19E-04	7,19E-04
OF	C2H4-eq.	3,13E-03	2,56E-03	2,46E-03	1,90E-03	1,74E-03

Tabla 3: Valores de categoría de impacto para los módulos Naturpanel Aljibe® (CML02001).

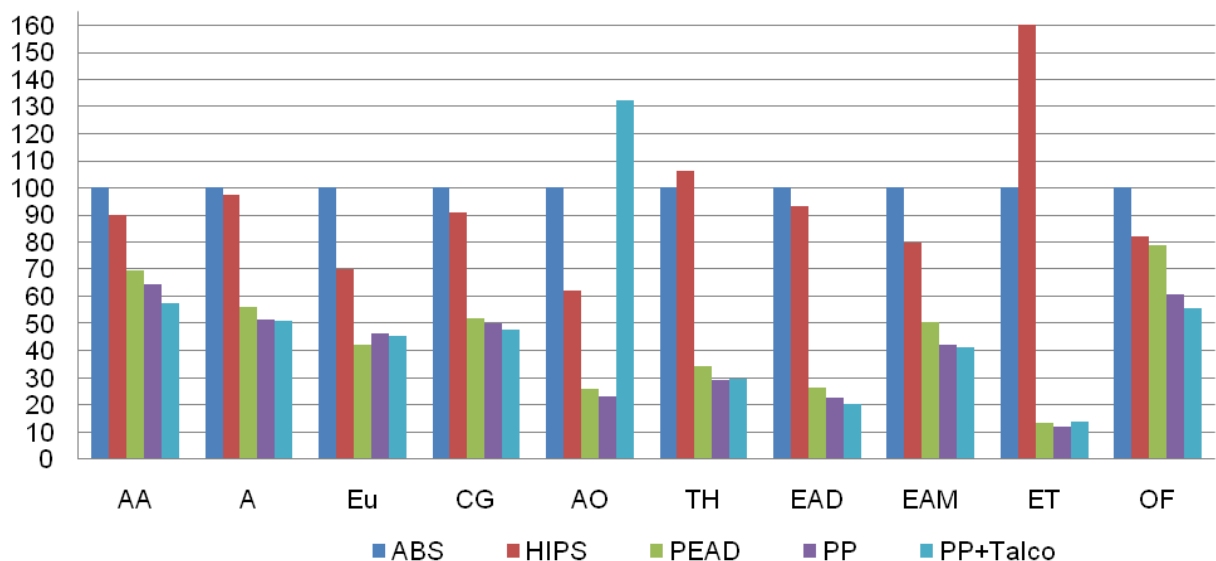


Figura 4: Valores de categoría de impacto en % referenciados al del módulo de ABS.

De la Figura 4 se desprende que el módulo fabricado con ABS es el que presenta mayores valores en todas las categorías de impacto a excepción de las categorías de toxicidad humana (TH) y ecotoxicidad terrestre (ET) en que se ve superado por el módulo de HIPS. También para la categoría de agotamiento de ozono (AO) se ve superado por el módulo de PP+Talco. Del mismo modo se observa en la Figura 4 que los módulos de PEAD y PP presentan valores inferiores en todas las categorías de impacto en relación a los módulos de ABS y HIPS. Esta reducción de impactos se mantiene, e incluso se acentúa, para el módulo de PP+Talco a excepción del agotamiento de capa de ozono (AO).

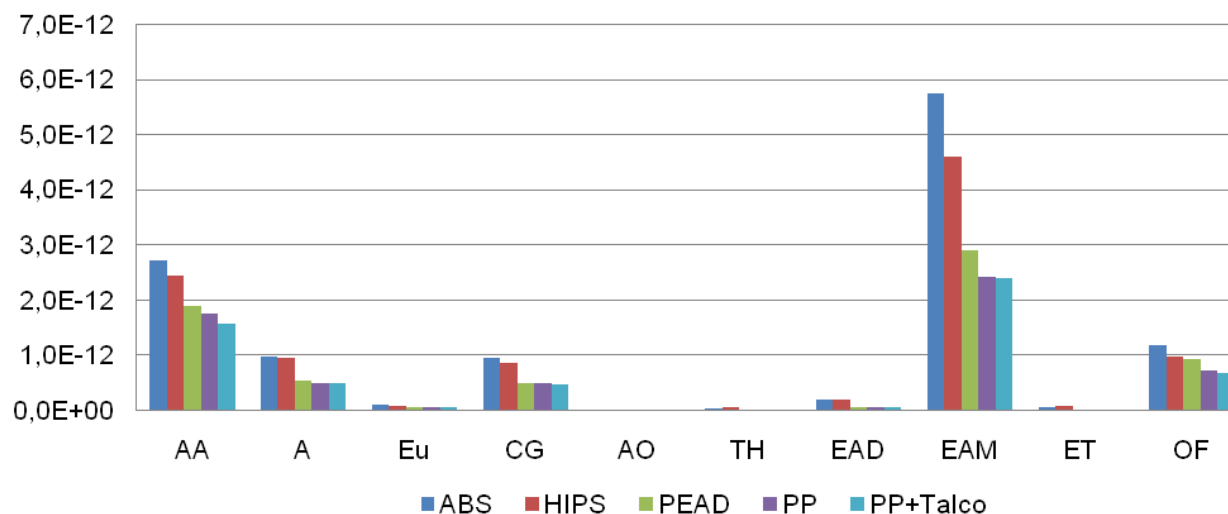
Tras la normalización de los resultados según metodología CML 2001 para la Europa de los 25 (ver Tabla 4 y Figura 5), se puede observar que las categorías de impacto más significativas son (de mayor a menor) la ecotoxicidad acuática marina (EAM), agotamiento de recursos abióticos (AA), formación de oxidantes fotoquímicos (OF), acidificación (A) y

calentamiento global (CG). En estas categorías, los valores de impacto para los distintos módulos se ordenan (de mayor a menor) en ABS, HIPS, PEAD, PP y PP+Talco.

El alto valor del agotamiento de la capa de ozono (AO) del módulo de PP+Talco (Figura 4), se ve diluido después, de la normalización si se compara, con estas 5 categorías de impacto. Esto convierte al módulo fabricado con PP+Talco como la opción ambientalmente preferible.

Categoría	Indicador (kg)	Materiales				
		ABS	HIPS	PEAD	PP	PP+Talco
AA	Sb-eq.	2,71E-12	2,44E-12	1,88E-12	1,75E-12	1,56E-12
A	SO2-eq.	9,58E-13	9,34E-13	5,35E-13	4,93E-13	4,90E-13
Eu	Fosfa.-eq.	9,79E-14	6,86E-14	4,12E-14	4,56E-14	4,42E-14
CG	CO2-eq.	9,44E-13	8,60E-13	4,89E-13	4,72E-13	4,49E-13
AO	R11-eq.	2,77E-16	1,73E-16	7,16E-17	6,38E-17	3,66E-16
TH	DCB-eq.	3,30E-14	3,50E-14	1,13E-14	9,64E-15	9,71E-15
EAD	DCB-eq.	1,90E-13	1,77E-13	5,01E-14	4,26E-14	3,85E-14
EAM	DCB-eq.	5,74E-12	4,59E-12	2,89E-12	2,41E-12	2,38E-12
ET	DCB-eq.	4,46E-14	7,14E-14	5,87E-15	5,34E-15	6,20E-15
OF	C2H4-eq.	1,17E-12	9,63E-13	9,24E-13	7,13E-13	6,55E-13

Tabla 4: Normalización de impactos (CML 2001) para la Europa de los 25.



Normalización de impactos (CML 2001) para la Europa de los 25.

Finalmente, en la Tabla 5 se muestra la contribución (en porcentaje) al total de los impactos ambientales de las etapas consideradas en el ACV de módulo realizado con PP+Talco: producción de granza, transporte e inyección de plástico. Se observa en la Figura 6 que la etapa de mayor contribución para todas las categorías de impacto se debe a la producción de granza de plástico a excepción de la ecotoxicidad terrestre (ET). Para esta categoría, la etapa de mayor afección es la de inyección de plástico. La etapa que menos contribuye en todas las categoría de impacto es la del transporte de la granza de plástico hasta el lugar donde se fabrica el módulo. Este patrón en la contribución por etapas se repite para el resto de materiales.

Categoría	Indicador (kg)	Etapas		
		Produccion granza	Transporte	Inyeccion contenedor
AA	Sb-eq.	1,00E+02	7,55E-06	7,29E-04
A	SO2-eq.	6,79E+01	2,87E+00	2,92E+01
Eu	Fosfa.-eq.	7,49E+01	6,69E+00	1,85E+01
CG	CO2-eq.	7,26E+01	2,14E+00	2,52E+01
AO	R11-eq.	8,76E+01	3,59E+00	8,82E+00
TH	DCB-eq.	6,17E+01	1,49E+00	3,69E+01
EAD	DCB-eq.	9,11E+01	1,16E-01	8,79E+00
EAM	DCB-eq.	6,52E+01	6,22E-01	3,42E+01
ET	DCB-eq.	2,63E+01	5,45E-02	7,37E+01
OF	C2H4-eq.	8,76E+01	9,78E-01	1,14E+01

Tabla 5: Desglose de impactos por etapas que produce la fabricación del módulo.

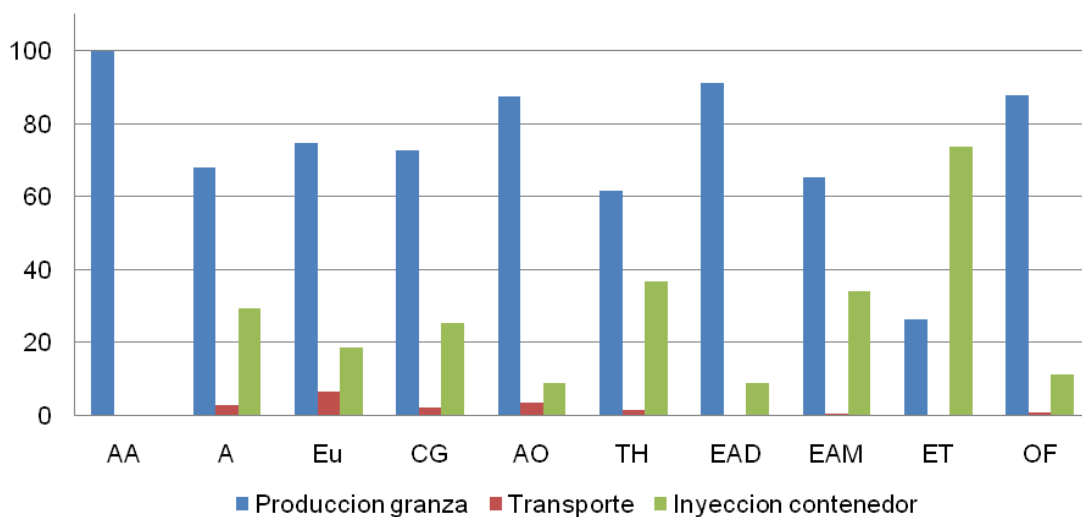


Figura 6: Contribución de los impactos por etapas de la fabricación del módulo.

CONCLUSIONES

En este trabajo se exponen los resultados del proceso de selección del material plástico para la fabricación mediante inyección de plástico de módulo Naturpanel Aljibe® empleado como módulo de sustrato en fachadas vegetadas para edificios. En este proceso de selección, los materiales que se postulan como más idóneos, desde un punto de vista técnico, son el acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), el poliestireno de alto impacto (HIPS), el polietileno de alta densidad (PEAD) y el polipropileno (PP). Para todos ellos se han realizado pruebas de inyección con el objeto de evaluar la idoneidad de los módulos fabricados con cada material. Junto al desempeño funcional, en la toma de decisiones ha tenido un importante peso específico la información obtenida por la evaluación ambiental mediante el ACV de las distintas opciones.

La elección del ABS y del HIPS está basada principalmente en la mejora de las propiedades mecánicas con respecto al PEAD y PP. Este aumento de las propiedades mecánicas conlleva que la prueba de inyección realizada con estos materiales cumpliera con las exigencias impuestas en cuanto al control de la deformación, aspecto superficial y resistencia mecánica del producto inyectado. Por otro lado, la elección de estos materiales supone en ambos casos un incremento considerable de la mayoría de impactos ambientales analizados con respecto a los del PEAD y PP. Estas dos

últimas opciones presentan, sin embargo, el inconveniente de no cumplir por entero los requerimientos impuestos por el diseñador de la fachada vegetada.

La elección del material compuesto, PP+10%Talco, permite aunar el control de los impactos ambientales estudiados (muy similares al del PP base – opción con menor impacto de las evaluadas) con una mejora sustancial del desempeño del módulo de PP base. Como resultado del trabajo se obtuvo un módulo que cumple con los requisitos técnicos expresados por Intemper minimizando los impactos ambientales. A su vez, el potencial de reciclaje de las mezclas de PP con talco no se ve afectado al tratarse de un material reconocido en los centros de tratamiento de residuos plásticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FRANCIS R.A., LORIMER J. (2011) Urban reconciliation ecology: The potential of living roofs and walls. *J Environ Manage*, Vol.92, Nº.6, p.1429-1437.
2. OTTELÉ M., VAN BOHEMEN H.D., FRAAIJ A.L.A. (2010) Quantifying the deposition of particulate matter on climber vegetation on living walls. *Ecol Eng*, Vol.36, Nº.2, p.154-162.
3. CURRIE B.A., BASS B. (2008) Estimates of air pollution mitigation with green plants and green roofs using the UFORE model. *Urban Ecosystems*, Vol.11, p.409-422.
4. WONG N.H., KWANG TAN A.Y., TAN P.Y., CHIANG K., WONG N.C. (2010) Acoustics evaluation of vertical greenery systems for building walls. *Building and Environment*, Vol.45, Nº.2, p.411-420.
5. HERZELE A.V., VRIES S. (2012) Linking green space to health: a comparative study of two urban neighbourhoods in Ghent, Belgium. *Population and Environment*, Vol.34, Nº.2, p.171-193.
6. WHITE E.V., GATERSLEBEN B. (2011) Greenery on residential buildings: Does it affect preferences and perceptions of beauty? *Journal Environment Psychol*, Vol.31, Nº.1, p.89-98.
7. SUSOROVA I., ANGULO M., BAHRAMI P., Brent Stephens. (2013) A model of vegetated exterior facades for evaluation of wall thermal performance. *Building and Environment*, Vol.67, Nº.0, p.1-13.
8. CHEN Q., LI B., LIU X. (2013) An experimental evaluation of the living wall system in hot and humid climate. *Energy and Building*, Vol.61, Nº.0, p.298-307.
9. PERINI K., ROSASCO P. (2013) Cost–benefit analysis for green façades and living wall systems. *Building and Environment*, Vol.70, Nº.0, p.110-121.
10. PERINI K., OTTELÉ M., FRAAIJ A.L.A., HAASA E.M., RAITERI R. (2011) Vertical greening systems and the effect on air flow and temperature on the building envelope. *Building and Environment*, Vol.46, p.2287-2294.
11. JIM C.Y., HE H. (2011) Estimating heat flux transmission of vertical greenery ecosystem. *Ecological Engineering*, Vol.37, Nº.8, p.1112-1122.
12. OTTELÉ M., PERINI K., FRAAIJ A.L.A., HAAS E., RAITERI R. (2011) Comparative life cycle analysis for green façades and living wall systems. *Energy and Buildings*, Vol.43, Nº.12, p.3419-3429.
13. CARABAÑO, R., BEDOYA, C., RUIZ, D. (2014) Análisis de Ciclo de Vida de una nueva solución Arquitectónica que mejora el rendimiento térmico de la envolvente del Edificio: Fachada Natural Aljibe. *Informes de la Construcción*, Vol.66, Nº.535, e034.
14. UNE-EN ISO 14044 (2006) Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices.
15. EUROPEAN COMMISSION (2013) European Life Cycle Database (ELCD) v2.0.
16. Gabi Databases. <http://www.gabi-software.com/index.php?id=209&L=22> Último acceso: 03/08 /2013.

17. Software GABI v6. <http://www.gabi-software.com/overview/product-sustainability-performance/> Último acceso: 09/12 /2014.
18. GUINÉE J. (2002) Handbook on Life Cycle Assessment. Operational Guide to the ISO Standards. Dordrecht, the Netherlands.
19. UNE-EN ISO 15804 (2012) Sostenibilidad en la construcción. Declaraciones ambientales de producto. Reglas de categorías de productos básicas para productos de construcción. .
20. UNE-EN ISO 15978 (2012) Sostenibilidad en la construcción. Evaluación del comportamiento ambiental de los edificios. Métodos de cálculo.
21. KUTZ M. (2002) Handbook of Materials Selection. New York.
22. CAMPO E.A. (2008) Selection of polymeric materials: how to select design properties from different standards. New York.
23. MatWeb, Your Source for Materials Information <http://www.matweb.com/> Último acceso: 09/13 /2014.
24. ASHBY M. (2008) Materiales para ingeniería 1 y 2. New York.
25. Maier, C., Calafut, T. (2008) Polypropylene: The Definitive User's Guide and Databook. New York.
26. MONDO MINERALS B.V. Talc in Plastics. Technical Bulletin 1301. www.mondominerals.com Último acceso: 09/13/2014.
27. VELASCO PERERO J.I. (1996) Fractura de compuestos de Polipropileno-Talco. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

2.2.11 COMO INCIDE LA INVESTIGACIÓN DE LA TECNOLOGÍA AMBIENTAL EN LA PROYECCIÓN Y LA INTERVENCIÓN DE LA ARQUITECTURA NUEVA Y EXISTENTE, COMO HERRAMIENTA DE ENSEÑANZA.

País: Colombia.

Autor: Corporación Universitaria del Meta.

6.3-Diaz-Colombia-1

COMO INCIDE LA INVESTIGACIÓN DE LA TECNOLOGÍA AMBIENTAL EN LA PROYECCIÓN Y LA INTERVENCIÓN DE LA ARQUITECTURA NUEVA Y EXISTENTE, COMO HERRAMIENTA DE ENSEÑANZA.

Carlos Alberto Díaz Riveros ⁽¹⁾

Corporación Universitaria del Meta, Centro de investigaciones de arquitectura e ingeniería civil “Rogelio Salmona”, Arquitecto, Magíster en Patrimonio Cultural y Territorio, Cra. 34b No 32-26 San Fernando Teléfono (8) 6621825 Ext 106, carlos.diaz@unimeta.edu.co.

Eliana Elena Ballesteros Zapata

Corporación Universitaria del Meta, Centro de investigaciones de arquitectura e ingeniería civil “Rogelio Salmona”, Arquitecta y Magistra en Planeación Urbana y Regional de la Pontificia Universidad Javeriana, Teléfono (8) 6621825 Ext 106.

RESUMEN

Con el ánimo de fortalecer el currículo del programa Arquitectura de la Corporación Universitaria del Meta, en la asignatura Electiva I Tecnología Ambiental, se estudia la sostenibilidad de la arquitectura y la ciudad, acerca de las tecnologías apropiadas para construir, y en busca de disminuir la contaminación que causan los subproductos de las industrias, hasta lograr una preservación de los recursos naturales, tal es el caso del Gobierno Inglés donde se recomiendan acciones para mejorar la construcción (2002) indica que “Existe un consenso creciente sobre la necesidad, para subsistir como industria, de mejorar radicalmente la calidad de sus productos, a partir de la firma y adopción del Protocolo de Kioto, recomendando la regulación de las emisiones de co2 al ambiente. Asimismo, las tecnologías condicionan estructuras de distribución social, costos de producción, acceso a bienes y servicios planteado por Thomas (2010). Como lo propone Fuentes Pérez (2012), la medición la emisión de CO2 y consumo energético. De igual forma, es Garrido (2011) propuso el diseño arquitectónico con parámetros sostenibles. También M. Díaz, M. Fernández (2012), La certificación energética en edificaciones residenciales de tierra obra nueva y edificio existente. Cintora (2010), cuestiona a los profesionales de la fábrica edilicia. De otro lado, proyecta la pregunta ¿pero estamos seguros en casa?, se responde con los informes (SCHER 2007), y (JRC 2005).

Palabras claves: Tecnología Ambiental, Obra Nueva, Arquitectura Existente, Investigación, Enseñanza

INTRODUCCIÓN

Con el ánimo de fortalecer el currículo del programa Arquitectura de la Corporación Universitaria del Meta, en la asignatura Electiva I Tecnología Ambiental, se dio la orientación hacia el estudio de la sostenibilidad de la arquitectura y la ciudad, acerca de las tecnologías apropiadas con el fin de disminuir la contaminación que causan los subproductos de ciertas industrias hasta lograr una preservación de los recursos naturales, tal es el caso del Gobierno Inglés donde se

recomiendan acciones para mejorar la construcción (2002) indica que “Existe un consenso creciente sobre la necesidad, para subsistir como industria, de mejorar radicalmente la calidad de sus productos, a partir de la firma y adopción del Protocolo de Kioto, recomendando la regulación de las emisiones de CO_2 al ambiente, Convenio sobre biodiversidad, Agenda 21, La Cumbre de la Tierra celebrada en 2002 del 26 de agosto al 4 de septiembre de 2002 en Johannesburgo, y la Cumbre de Bali de 2007 se propuso el establecimiento de un nuevo protocolo pos-Kioto.

Asimismo, las tecnologías desempeñan un papel central en los procesos de cambio social. Demarcan posiciones y conductas de los actores; condicionan estructuras de distribución social, costos de producción, acceso a bienes y servicios planteado por Thomas (2010). Como lo propone Fuentes Pérez (2012), la medición la emisión de CO_2 y consumo energético. De igual forma, es Garrido (2011) propuso el diseño arquitectónico desde cuatro parámetros, análisis sostenibles: Optimización de recursos, Utilización de fuentes energéticas alternativas, Disminución de residuos y emisiones, Disminución del consumo energético, y Mejora la salud y el bienestar humano. También M. Díaz, M. Fernández (2012), La certificación energética en edificaciones residenciales de tierra obra nueva y edificio existente.

De otro lado, los planteamientos de la OMS (Organización Mundial de la Salud) en torno a la definición de SALUD como el estado de bienestar bajo los planos físico, psíquico y social, la salud como aportante de: alimentación sana y equilibrada, el estado anímico y las relaciones con los demás. Además, Cintora (2010), cuestiona a los profesionales de la fábrica edilicia, a la empresa constructora y a la comunidad en general ¿Qué estamos haciendo hoy en día en relación entre edificación y salud? Al mismo tiempo, Cintora (2010), proyecta la pregunta ¿pero estamos seguros en casa?, se responde la pregunta a través de los informes (SCHER 2007), y (JRC 2005), Pasamos de media del 85-90% de nuestro tiempo en interiores, las atmósferas interiores pueden contener más de 900 sustancias químicas, partículas y materiales biológicos con efectos potenciales sobre nuestra salud.

Como objetivo se busca capacitar al estudiante sobre el manejo y uso de tecnologías apropiadas evitando la contaminación para dar cumplimiento a las exigencias ambientales que hoy son tan necesarias para el desarrollo sostenible de territorios y como una necesidad mundial de preservar nuestro planeta, propendiendo por soluciones a estas problemáticas. A través de:

- Identificar y caracterizar las primeras tecnologías aplicadas en los sistemas constructivos tradicionales e industrializados en cuanto a: la emisión de CO_2 y consumo energético.
- Diagnosticar aspectos climáticos arquitectónicos de la arquitectura existente y formulación de una propuesta de intervención con sistemas pasivos.
- Analizar el confort climático del espacio público Identificando los problemas ambientales causados por las materiales empleados en la construcción y así poder definir los tratamientos y controles a implementar.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada es cuantitativa de tipo descriptiva, ya que se midieron la emisión de CO_2 G/KG y consumo energético MJ/KG, aspectos climáticos arquitectónicos y del espacio público, y la metodología cualitativa planteo la comparación de los consumos de CO_2 y energético, asimismo, Las posibles soluciones sostenibles desde la óptica de los sistemas pasivos, en la arquitectura y el espacio público.

Las actividades de medición académica e investigativa desarrolladas fueron los tres objetivos, así:

Primer Objetivo

Se estudiaron los procesos constructivos de los sistemas tradicionales y los industrializados los dicentes de Quinto semestre estudiaron individualmente cada sistema constructivo y describieron los procesos que comprenden la cimentación hasta la cubierta, luego se midieron las emisiones de CO_2 G/KG y consumo energético MJ/KG con base en las tablas propuestas por Arq. Carlos Alberto Fuentes Pérez. M.E.S. Trata tres categorías: Fuentes de Emisión de CO_2 Según Áreas de Uso y Consumo, Construcciones de Bajo Impacto Ambiental y Valor promedio de Consumos de Energía de los materiales en la construcción, véase Tabla 1, en los sistemas constructivos tradicionales e industrializados

utilizados en la ciudad de Villavicencio, y se compararon en cuales sistemas los niveles de contaminación eran altos y cuales bajos.

Tabla 1: Valor promedio de consumos de energía de los materiales en la construcción.

Material de construcción	CO2 producido (g/Kg.)	Energía Consumida (MJ/Kg.)
Adobe en Tierra Cruda	5	0,1
Piedra Partida	21	0,3
Bloque de Cemento	125	0,52
Cemento	181	1,4
Revoques Interiores y Exteriores	195	1,5
Hormigón Armado	107,6	1,6
Mortero de Cemento	221	1,6
Yeso	220	2,4
Ladrillo Cerámico Común	225	2,7
Teja Cerámica	350	3,5
Tirante de Madera	281	4,7
Placas de Roca de Yeso	410	5,3

Con el ejercicio desarrollado se puede deducir que el sistema constructivo tradicional frente al sistema constructivo industrializado tiene menos emisiones de Co2 y en cuanto se refiere Consumos de Energía de los materiales empleados, igualmente es más bajo el tradicional frente al industrializado.

Segundo objetivo

Se estudiaron aspectos climáticos arquitectónicos: soleación, sensación térmica, circulación de vientos, confort climático, humedad relativa, en 17 edificaciones existentes en diferentes barrios de la ciudad de Villavicencio y se realizó una propuesta de intervención con sistemas pasivos individualmente.

Figura 1: Aspectos climáticos arquitectónicos.



Según lo anterior, se puede deducir que el estudio de la bioclimática en edificios existentes refleja los problemas climáticos arquitectónicos que tienen solución observando los diseños arquitectónicos en viviendas nuevas hechas por el Arq. Luis de Garrido y desde allí plantear una propuesta de intervención con sistemas pasivos, implementando: techos verdes, muros verdes, túnel canadiense, conductos de toma de aire, espejos e hilos de agua, chimeneas de salida de aire cálido, reutilización, reciclaje, entre otros.

Tercer objetivo

El grupo estudio confort ambiental urbano, tomando como base el texto “Ecomateriales para el mejoramiento integral del espacio público en clima tropical cálido”, autores Ángela Natalia Camelo Garzón, Adriana Patricia López Valencia y Oswaldo López Bernal, En la primera fase se evaluó cuáles son las condiciones físico espaciales de habitabilidad, se identificaron los problemas ambientales causados por las materiales empleados en la construcción y se propone la modificación de la estructura y de los materiales a empelar, para ello se hizo una visita al sector y registro fotográfico, y se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- Uso del suelo.
- Altura de las edificaciones.
- Estado de la construcción.
- Presencia de ante jardines y andenes.
- Estado de las vías.
- Tipologías.
- Sistemas constructivos.
- Perfiles viales.

Figura 2: Confort ambiental urbano.





Figura 2: Confort ambiental urbano.

Seguidamente se realizó la segunda fase, Subsistema Físico-Espacial que comprendió el análisis Ambiente Térmico, se tuvieron en cuenta las siguientes variables: temperatura, vientos, humedad y precipitaciones; Luego se realizó el análisis Asoleación e Iluminación, los estudiantes revisaron cómo se orientó la edificación respecto al sol y así poder identificar si la cantidad de la radiación solar es la adecuada, asimismo, el grupo de estudiantes verifico si la iluminación natural se refleja en los espacios adecuados como las habitaciones de los niños y adultos; Posteriormente, los educandos realizaron el análisis Sensación Térmica, a través de una cámara con visión termal se identificaron los lugares del cálidos y fríos espacio urbano aledaños a la edificación; y por último el Acústico, se logró determinar qué cantidad de decibeles es escuchado en el espacio público.

Se parte de la primicia que la pedagogía y la investigación interrelacionan los procesos, permitiendo que se apoyen mutuamente entre ellas y así amplificar la generación de conocimiento. En este caso puntual, se inició al estudiante ahondando en el problema del cambio climático, ¿qué lo causa? Se orientó hacia la contaminación producto de la fábrica edilicia planteada por M. Díaz, M. Fernández (2012), La certificación energética en edificaciones residenciales de tierra obra nueva y edificio existente. Cintora (2010), cuestiona a los profesionales de la fábrica edilicia. De otro lado, proyecta la pregunta ¿pero estamos seguros en casa?, se responde con los informes (SCHER 2007), y (JRC 2005).

Ahora bien, en la búsqueda de nuevas soluciones de diseño arquitectónico y así brindar nuevos recursos proyectuales frente a las problemáticas en las edificaciones existentes, de igual manera en las edificaciones nuevas se toma línea del diseño propuesto por Arquitecto Luis de Garrido; asimismo, el estudio del espacio urbano brinda conocimiento del espacio público y las problemáticas de la bioclimática. De otro lado, se brindan soluciones a través de soluciones planteadas desde estudios realizados en otras ciudades, y con base en los resultados obtenidos se recomienda utilizar ecomateriales. Al retomar este esquema para el diseño, en la etapa de formulación o idea de proyecto se incluyen los ecomateriales para el diseño del espacio público, con la intención de modificar el confort climático urbano.

RESULTADOS

Primer objetivo

Se pudo constatar que los sistemas constructivos industrializados tienen mayores niveles de emisión de CO₂ G/KG y consumo energético MJ/KG frente a los tradicionales, lo que se puede verificar con los resultados en la tabla 1.

Tabla 2: Valor promedio de CO2 producido (g/kg) y consumos de energía (mj/kg) de los materiales de los sistemas constructivos tradicional vs industrializado.

Material de construcción	CO2 producido (g/kg)	Energía consumida (mj/kg)
Bloque de cemento	125	0,52
Cemento	181	1,4
Ladrillo cerámico común	225	2,7
Mortero de cemento	221	1,6
Teja cerámica	350	3,5
Vidrio	1,152	26
P.V.C	6,72	90
TOTAL	1109,872	125,72

Material de construcción	CO2 producido (g/kg)	Energía consumida (mj/kg)
Cerrojos - metálicos	768	13.0
Varillas - Hierros	549	4.8
Ruedecillas- acero	798	14.5
Formaletas metálicas	768	13.0
Cemento	181	1.4
Hormigón armado	107.6	1.6
PVC	6.72	90
Acero	798	14.5
Formaleta Outinord - Metálica	768	13.0
Formaleta escalera	768	13.0
SUB-TOTAL	5512,32	357,6

Segundo objetivo

El ejercicio de medición de los aspectos climáticos arquitectónicos: soleación, sensación térmica, circulación de vientos, confort climático, humedad relativa, se realizó la propuesta de intervención con sistemas pasivos, a continuación se presenta el resultado de los estudios de aspectos climáticos arquitectónicos en la propuesta de intervención con sistemas pasivos.

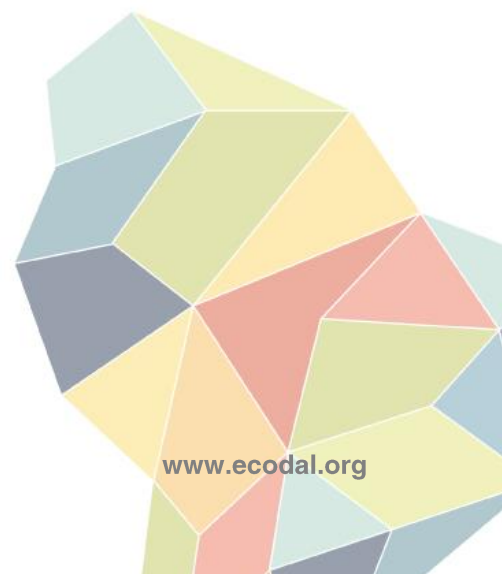
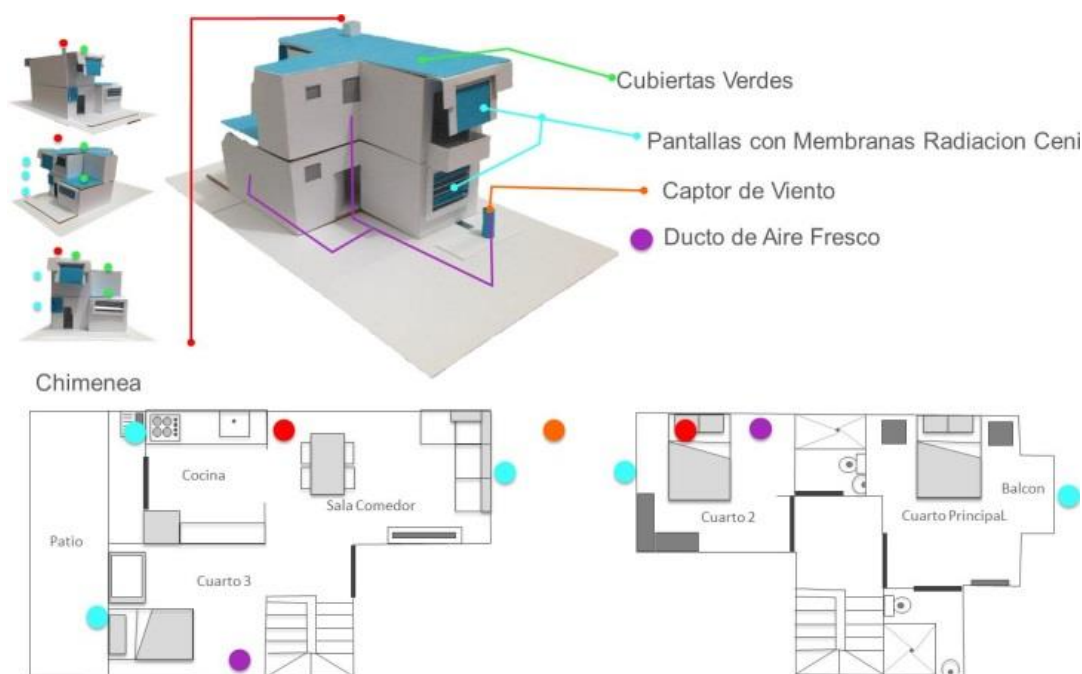


Figura 3: Propuesta de intervención mejorando los aspectos climáticos arquitectónicos.



Según lo anterior, se puede deducir que el estudio de la bioclimática en edificios existentes refleja los problemas climáticos arquitectónicos que tienen solución observando los diseños arquitectónicos en viviendas nuevas hechas por el Arq. Luis de Garrido y desde allí plantear una propuesta de intervención con sistemas pasivos, implementando: techos verdes, muros verdes, túnel canadiense, conductos de toma de aire, espejos e hilos de agua, chimeneas de salida de aire cálido, reutilización, reciclaje, entre otros.

Tercer objetivo

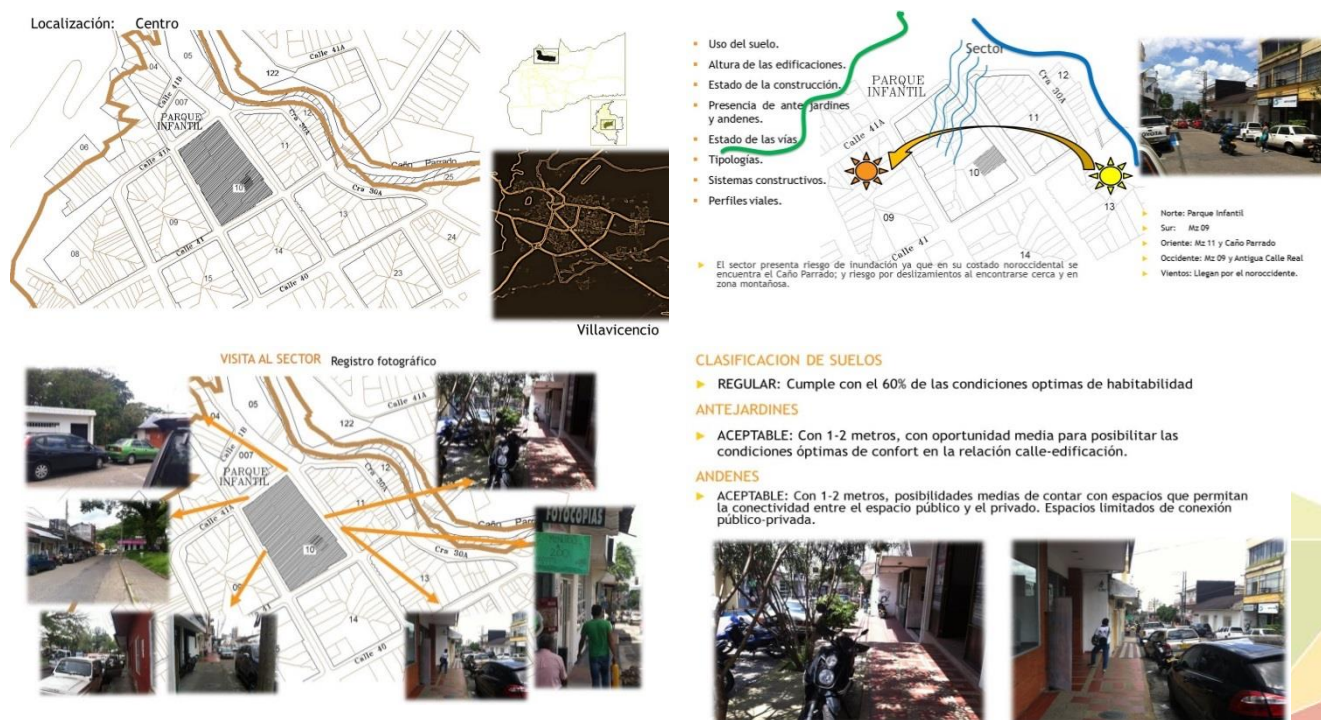
En el lugar de estudio se estableció el número de personas que lo utilizan, y seguidamente se miden las siguientes variables: valoración comparativa, índice de lectura, convención, calificación cuantitativa, calificación cualitativa para llegar a la calificación de resultado, se midieron y clasificaron de muy frío a muy caluroso, pasando por 5 niveles intermedios: frío, frío ligero, neutro, caluroso ligero y caluroso, véase, tabla 3.

Tabla 3: Análisis del confort climático del espacio público en la ciudad de Villavicencio.

VALORACIÓN COMPARATIVA	INDICE DE LECTURA	CONVENCIÓN	CALIFICACION CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN CUANTITATIVA	CALIFICACIÓN DE RESULTADO
DEFICIENTE	2	CALUROSO	6,479	NIVEL MUY POR ENCIMA DEL RAGO CONFORABLE, REQUIERE MAYOR GASTO ENERGETICO PARA LOGRAR LOS NIVELES OPTIMOS DE CONFORT	CALUROSO

Según el anterior análisis cuantitativo y cualitativo permite clasificar como un clima caluroso y por ende con mayor consumo energético.

Figura 4: Resultados del Análisis para el confort climático.



ESTADO DE LAS VIAS

- BUENO: Construida sin especificaciones adecuadas al tipo tráfico y perfil vial. Construida sin especificaciones.

TIPOLOGÍA

- DEFICIENTE: Unifamiliar, ocupación de densidad baja de alto impacto en el territorio.

ESTADO DE LA CONSTRUCCIÓN

- ACEPTABLE: Mixto, zonas con dinámica comercial moderada en áreas residenciales. Comercio moderado y residencial.

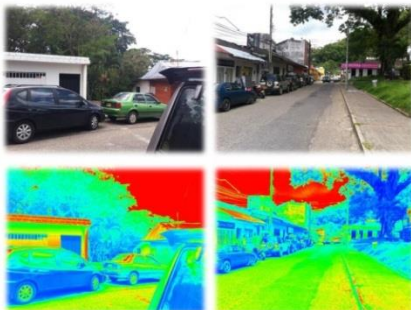


SUBSISTEMA FISICO-ESPACIAL

- ACEPTABLE: Desarrollo de las actividades urbanas bajo condiciones mínimas, sin afectar la calidad de vida de la población.

TEMPERATURA DEL AIRE

- BUENO: De 27°C a 32°C, Caracterización un poco por encima de los niveles de confort. Ligeramente caluroso.



- MORTEROS DE CAL PREPARADO.
- CERRAMIENTOS Y PAVIMENTOS DE ADOBE.
- AISLAMIENTOS CON FIBRAS CELULOSAS DE PAPEL.
- ACABADOS CON PINTURAS D.



SISTEMA CONSTRUCTIVO

- BUENO: Mampostería y concreto, técnica constructiva de mayor durabilidad y estabilidad.

PERFILES VIALES

- MUY MALO: Vía local de 9m a 12m, esquema vial homogéneo con detrimento de la movilidad vehicular



IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Punto	Manzana 10
Barrio	Centro
Temperatura Máxima a.m.	28°
Temperatura Máxima p.m.	32°
Velocidad Máxima	1
Velocidad Mínima	0.30
Humedad Relativa Máxima a.m.	61%
Humedad Relativa Máxima p.m.	85%
Porcentaje de personas insatisfechas	70%
Voto medio estimado	Caluroso

En lo anterior se puede ver la localización del área de estudio, y los aspectos a estudiar, así: Uso del suelo, Altura de las edificaciones, Estado de la construcción, Presencia de ante jardines y andenes, Estado de las vías, Tipologías, Sistemas constructivos, y Perfiles viales.

Se hallaron problemas bioclimáticos en la arquitectura y el espacio público construidos en la ciudad de Villavicencio y se presentan desde el momento de diseño hasta su construcción, trayendo consigo bajos niveles de calidad de vida a los propietarios o usuarios; aun así se hallaron y formularon posibles soluciones a estos problemas

Las soluciones se hallan en la utilización de los ecomateriales, ya que estos reducen no solo las emisiones de Co2, sino también, los Consumos de Energía de los materiales empleados, a través de integrar la formulación de los Arquitectos: Ángela Natalia Camelo Garzón, Adriana Patricia López Valencia y Oswaldo López Bernal, Propuesta de ecomateriales

para el mejoramiento integral del espacio público en clima tropical, En este capítulo se hace referencia una compilación y adaptación de ecomateriales de construcción existentes en el mercado o en el proceso de desarrollo investigativo por grupos o centros de investigación. Estos ecomateriales se definen y clasifican de acuerdo con sus características técnicas tipo de producción condiciones de confort ambiental y condiciones estéticas.

DISCUSIÓN

Se hace imperativo que se planteen estrategias que vinculen la investigación a la enseñanza, y dirigida a los estudiantes de arquitectura de los diferentes semestres, ya que es el momento oportuno en la formación de incluir estas ideas y prácticas propiciando cambio en el modelo de diseño hacia lo Eco, esto le permitirá al docente afianzar estos conocimientos en su instrucción y práctica, la cual se enfocara en su aplicabilidad en la obra nueva y lo construido.

En cuanto a la sostenibilidad, se deben realizar los diseños y construcciones de la arquitectura y el espacio público con celeridad en investigación y ahínco en los desarrollos permitiendo una consolidación de estas prácticas.

En cuanto a las nuevas tecnologías que se deben insertar en las prácticas de la enseñanza para poderlos proyectar la construcción de la arquitectura y el espacio público para mejorar la calidad de vida de los habitantes de ciudades colombianas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Guerrero, F. G. Puentes, J. Montaña, A. F. (2007) Desarrollo de una aplicación interactiva en internet para el registro de violaciones de velocidad en puestos de control para automotores equipados con interfaz Bluetooth, Ingeniería y Competitividad, Vol. 9 No. 2, pp. 77 - 92.
2. Brighton , C. T. Pollack, S.R. (1985) Treatment of recalcitrant nonunion with a capacitively coupled electric field, Journal Bone Joint Surgery, Vol. 67, pp. 577 – 585.
3. Kiely, G. (2007) Ingeniería Ambiental, Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión, Editorial Mc Graw Hill Volumen I, II y III.
4. Tchobanoglous, G. Vigil, T. H. (1986) Gestión Integral de Residuos Sólidos, Editorial Mc Graw Hill, Volumen I y II.
5. Postigo, L. (1975) El mundo de la Energía, Editorial Sopena.
6. Szokolay, S. V. (1977) Solar energy and building, Editor Architectural Press.
7. Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012) Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana / Unión Temporal Construcción Sostenible S.A y Fundación FIDHAP (Consultor). Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
8. Lopez de Asiain Alberich M., (2007) Estrategias bioclimáticas en la arquitectura, 2003. 21. EnerAgen Asociación de Agencias Españolas de Gestión de la Energía. Rendimiento de las instalaciones térmicas y demanda energética de los edificios. Edita Ayuntamiento de Pamplona.
9. Instituto de la vivienda, (2013) Acondicionamiento higrotermico de edificios. Manual de aplicación ley 13059. Argentina.
10. Czajkowski, J. Gómez, A. (1994) Diseño Bioclimático y Economía Energética Edilicia Fundamentos y métodos. Colección Cátedra. UNLP.

11. Concheiro Viqueira, A. A. Rodríguez, (1985) L. Alternativas energéticas, Editor Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Centro Cultural Universitario,
12. Cintora, R. (2010) Materiales ecológicos para la salud del habitat. 2010. [diseñosostenibilidad.com/ wp-content/.../04/rafa-cintora-solo-texto.ppt](http://diseñosostenibilidad.com/wp-content/.../04/rafa-cintora-solo-texto.ppt)
13. Scientific Committee on Health and Environmental Risks SCHER. (2007) Opinion on risk assessment on indoor air quality. Disponible en: http://indoor-air-quality.jrc.ec.europa.eu/documents/scher_o_055.pdf. 2007.
14. Joint Research Centre JRC. (2005) Annual Report. Disponible en: http://ec.europa.eu/dgs/jrc/downloads/jrc_ar_2005.pdf
15. Martínez, A. R (1981) Conferencia internacional sobre enfriamiento y deshumidificación con energía solar, 1(1980) Editor Pergamon Press,
16. Fuentes Pérez C. A. y Otros. (2012) El aprovechamiento del comportamiento térmico y los factores ambientales conforme las ganancias energéticas de la vivienda. En coloquio de diseño.
17. Díaz, M. Fernández, M. (2012) La certificación energética en edificaciones residenciales de tierra. obra nueva y edificio existente.". En: Construcción con tierra. Pasado, presente y futuro. Congreso de Arquitectura de tierra en Cuenca de Campos [online]. Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid. 2013. P. 219-230. Disponible en: <http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2013/21in-diaz.pdf>. 2012.
18. Bobadilla, A. Guzmán, F. Hernández, J. (2011) Metodología de Evaluación de Estrategias de Diseño Constructivo y de Estándares de Calidad Ambiental Mediante Monitorización de Aislamiento y Confort Acústico de Edificios Construidos. Paper presentado en Congreso Internacional de Acústica y Audio Profesional –INGEACUS 2011.
19. Lara, F. (2006) Disección de una instalación de climatización (por partes): Encuentro de los posibles problemas acústicos. Paper presentado en: I Jornada de Acústica en Instalaciones de Aire, AINAIR 2006, Madrid. 2006..

